

(51)

Int. Cl. 2:

B 22 D 11/04

(19)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DT 26 26 223 A 1

(11)

Offenlegungsschrift

26 26 223

(21)

Aktenzeichen:

P 26 26 223.7

(22)

Anmeldetag:

11. 6. 76

(43)

Offenlegungstag:

30. 12. 76

(30)

Unionspriorität:

(32) (33) (31)

16. 6. 75 Großbritannien 25542-75

(54)

Bezeichnung:

Verfahren und Form zum Stranggießen von Metallen

(71)

Anmelder:

Shrum, Lorne Russell, London, Ontario (Kanada)

(74)

Vertreter:

Dahlke, W., Dipl.-Ing.; Lippert, H.-J., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte,
5060 Bensberg-Refrath

(72)

Erfinder:

gleich Anmelder

BEST AVAILABLE COPY

© 12. 76 609 853/734

12/70

DT 26 26 223 A 1

Dipl.-Ing. W. Dahlke
Dipl.-Ing. H. J. Lippert
Patentanwälte
Frankfurter Straße 137
5060 Bensberg-Rheinlath

2626223

10. Juni 1976
Hg/K

Lorne Russell Shrum
London, Ontario, Kanada

" Verfahren und Form zum Stranggießen von Metallen "

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Form zum Stranggießen von Metallen, insbesondere von Eisen.

Beim Stranggießen wird geschmolzenes Metall in eine gekühlte rohrförmige Form gegossen und fließt durch diese abwärts, wobei mindestens die äußere Hülle des Metalls erstarrt, um einen

- 2 -

609853/0734

Rohling von gewünschtem Querschnitt zu bilden, der aus dem unteren Ende der Form austritt, wonach der Rohling auf eine Temperatur weitergekühlt ist, die zur anschließenden Behandlung geeignet ist.

Zu diesem Zweck müssen die verwendeten rohrförmigen Formen sehr wirksam die Wärme vom geschmolzenen Metall absorbieren. Zu diesem Zweck werden normalerweise wassergekühlte Kupferformen benutzt.

In solchen Formen hergestellte Rohlinge neigen dazu, Oberflächenfehler und fehlerhafte Struktur in ihren Oberflächenschichten aufzuweisen. Es wurde festgestellt, daß dies durch das Wegschrumpfen des geschmolzenen Metalles von den Oberflächen der Form bedingt war, wenn das Metall in Berührung mit den Oberflächen erstarrt. Die derart gebildete Metallhaut bricht dann nieder oder deformiert sich, um weitere partielle Berührung mit der Form zu ermöglichen. Darüber hinaus wird die Haut des sich verfestigenden Metalles zerstört und neigt im Falle der Verwendung von winkligen Formen bei der Hinbewegung zu den Wänden der Form entlang deren Seiten dazu, von den Ecken der Form weggezogen zu werden, was zu ungleichmäßigem Kühlen, ungleichmäßigem Verschleiß der Form und erhöhter Reibung führt. Diese Probleme neigen zur Bildung eines Formlings, dessen Oberflächenbereiche in zahlreichen Hinsichten fehlerhaft sind.

Darüber hinaus ist die Berührung zwischen der Form und dem Formling sehr unvollkommen und weitgehend auf die Anfangsstarrungszone begrenzt, in der die Haut des Metalles zuerst an den Wänden der Form gebildet wird.

Um das Schrumpfen des Metalls während des Kühlens zu kompensieren, wurden Formen verwendet, die von dem oberen Ende zum unteren hin kontinuierlich verjüngt waren. Diese haben jedoch nicht die vorerwähnten Probleme beseitigt.

Der primäre Grund einer solchen Verjüngung bestand darin, den Kontakt zwischen dem erstarrenden Metall und den Formwänden zu verbessern, um die Wärmeleitung vom Metall zu erhöhen, jedoch war der Grad der Verbesserung nur begrenzt. Es ist besonders erwünscht, daß die Formgeschwindigkeit solcher Formen so viel wie möglich erhöht wird, da diese im Augenblick die Laufgeschwindigkeit einer Stranggießstraße bestimmen und zu diesem Zweck wirksamere Wärmeleitung des Metalles in die Form erforderlich ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Form zum Stranggießen von Metall, insbesondere Stahl, vorzusehen, die eine höhere Gießgeschwindigkeit und/oder die Produktion eines Formlings erhöhter Qualität ermöglicht.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß Metall sukzessiv in einen Meniskus von geschmolzenem Metall geformt wird, in dem es durch einen Eingangsabschnitt hindurch in eine erstarrte Hülle von ausreichender Starrheit geführt wird, um dem ferrostatistischen Druck des noch geschmolzenen Metalles in der Hülle zu widerstehen, während diese der Wirkung eines Mittelabschnittes ausgesetzt ist, der einen Querschnitt hat, der sich über die Länge dieses Abschnittes zwischen 25% und 60% des linearen Koeffizienten der Erstarrungsschrumpfung des gegossenen Metalls verjüngt und daß dann beim Durchgang durch einen Ausgangsabschnitt weiter gekühlt wird, der eine Querschnittsverjüngung in der Größe aufweist, die die Größe der Umfangsschrumpfung der Hülle bei deren Durchgang durch den Ausgangsabschnitt nicht übersteigt. Die Verjüngung des Mittelabschnittes ist vorzugsweise zwischen 30 und 40% des linearen Koeffizienten der Erstarrungsschrumpfung des Metalls.

Eine zur Ausübung dieses Verfahrens dienende rohrförmige Kupferform ist gemäß der Erfindung gekennzeichnet durch einen Eingangsabschnitt, in dem ein das obere Niveau des in die Form gegossenen Metalls bildender Meniskus entsteht, einen sich vom Eingangsabschnitt abwärts erstreckenden Mittelabschnitt mit sich verringerndem inneren Querschnitt, wobei die Gesamtverringerung des Querschnittes zwischen 25% und 60% des linearen Koeffizienten der Erstarrungsschrumpfung des gegossenen Metalles

ist und wobei die Länge des Mittelabschnittes so bemessen ist, daß sich bei der beabsichtigten Formgeschwindigkeit eine erstarrte Hülle des geformten Metalles von einer Starrheit bilden kann, die ausreicht, um dem ferrostatistischen Druck des im Formling noch enthaltenen geschmolzenen Metalls zu widerstehen, und durch einen unterhalb des Mittelabschnittes angeordneten Ausgangsabschnitts, dessen Querschnitt sich um einen Betrag verringert, der die Größe der Umfangsschrumpfung der Hülle bei deren Durchgang durch diesen Formabschnitt nicht übersteigt.

In der Praxis besteht das Ziel darin, die Form so zu profilieren, daß sich deren Querschnitt über deren Länge verjüngt, um soweit wie praktisch möglich sich der Umfangsschrumpfung des gegossenen Metalles in den verschiedenen Stadien während des Gießprozesses anzupassen. Um ein einwandreies Funktionieren der Form zu gewährleisten, muß die Reduzierung des Querschnittes in jedem Punkt nicht die gesamte theoretische Umfangsschrumpfung des Metalles an diesem Punkt übersteigen. In der Praxis wird eine etwas geringere Reduzierungsgröße erforderlich sein, um Flexibilität zu schaffen und Schwankungen in den Operationsparameter zu gestatten. Der Grad der Unterstützung des Metalles während der Erstarrung und die Wirksamkeit der Wärmeübertragung von dem Metall zur Form ist abhängig von der Genauigkeit, ^{die} mit der Reduktion des Querschnittes der Form zur Schrumpfung des Metalles paßt. In der Praxis werden vorteilhafte Ergebnisse

erreicht, wenn der Mittelabschnitt eine Querschnittsverjüngung aufweist, die zwischen 25% und 60% der Umfangsschrumpfung des zu gießenden Metalles bei dessen Abkühlung beträgt. Die Reduktionsrate im Ausgangsabschnitt muß wesentlich kleiner sein als die Reduktionsrate im Mittelabschnitt, um nicht den Betrag der Umfangsschrumpfung des einmal erstarrten Metalles zu übersteigen. Die Reduktion des Querschnitts des Mittelabschnittes wird um einen Betrag größer sein, als in üblichen verjüngten Strangpreßformen. Reduktionsraten in vorstehend vorgeschlagenen Größen in Formen mit einer kontinuierlich gleichmäßigen Verjüngung führt zu einem Klemmen des Formlings, da die Größe der Verjüngung im unteren Abschnitt der Form die Größe der Schrumpfung des Metalles übersteigt.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

Fig. 1 einen vertikalen Schnitt durch eine Form gemäß der Erfindung, die gerade verjüngte Abschnitt aufweist, wobei die Verhältnisse der Form aus Illustrationsgründen übertrieben dargestellt sind, und

Fig. 2 eine Draufsicht auf ein anderes Ausführungsbeispiel einer Form, die ebenfalls in ihren Abmessungen über-

trieben dargestellt ist.

Die Form M ist aus Kupfer, vorzugsweise nach Formverfahren, hergestellt worden, die in der US-PS 3 927 546 beschrieben und besonders zur Herstellung von Formen geeignet sind, die ein sich über deren Länge änderndes Innenprofil haben. Nach diesen Verfahren wird eine Kupferhülse explosiv auf einen Dorn aufgeformt, der das gewünschte Innenprofil der Form besitzt, die hergestellt werden soll.

Die in Fig. 1 dargestellte Form hat drei Abschnitte, einen Eingangsabschnitt 2, einen Mittelabschnitt 4, der sich abwärts erstreckt und vom Eingangsabschnitt aus innen verjüngt, und einen Ausgangsabschnitt 6, der sich nach unten erstreckt und sich nach innen vom ersten verjüngten Abschnitt aus verjüngt, wobei die Verjüngung des Ausgangsabschnittes geringer ist als die des verjüngten Abschnittes 2. Nach dem Einbau ist die äußere Oberfläche der Form wassergekühlt.

Das genaue Profil des Eingangsabschnittes ist nicht kritisch, obwohl es so gewählt sein sollte, daß es die Aufnahme von geschmolzenem Metall aus einer Gießvorrichtung, insbesondere pundish vereinfacht und ferner das Entnehmen von erstarrtem Metall aus der Form ermöglicht, falls das Gießen aus irgendeinem Grund unterbrochen wird. In der Praxis hat ein paralleles

oder leicht verjüngtes Profil die besten Ergebnisse erbracht. Die Länge des Eingangsabschnittes ist so gewählt, daß der Meniskus des geschmolzenen Metalls während des Vorganges ausreichend oberhalb des verjüngten Abschnittes 2 entsteht, so daß die Erstarrung dicht an dem oberen Ende des verjüngten Abschnittes beginnt. Die Länge des Mittelabschnittes ist so gewählt, daß das Metall vor dem Verlassen des unteren Endes dieses Abschnittes eine zusammenhängende erstarrte Haut von genügender Stärke entwickelt hat, um dem ferrostatischen Druck des noch geschmolzenen Metalls in dem Formling zu widerstehen. Wenn das zu formende Metall erstarrt, unterliegt es Schrumpfcharakteristiken des Metalls und es wurde festgestellt, daß dann, wenn während der Bildung der vorerwähnten erstarrten Haut das Metall einen Abschnitt der Form passiert, der eine Reduktion des Innendurchmessers aufweist, die im wesentlichen eine Proportion des linearen Koeffizienten der Erstarrungsschrumpfung des Metalls beim Erkalten ist, die Berührung des Metalls und der Form wesentlich verbessert ist und die Oberflächenbeschaffenheit sowie die Gleichmäßigkeit des Formlings ebenfalls verbessert ist. Die Größe der Verjüngung, die im Abschnitt 2 der Form erforderlich ist, wird größer und vorzugsweise wesentlich größer als diejenige sein, die bei bisher benutzten kontinuierlich verjüngten Formen verwendet worden ist, bei denen die Größe der Verjüngung nicht die Größe der Schrumpfung des Metalls nach der Bildung einer erstarrten Haut

von derartiger erheblicher mechanischer Festigkeit übersteigen konnte, das ein Zerdrücken des Formlings in der Verjüngung bewirken konnte.

Bei der erfindungsgemäßen Form kann der Ausgangsabschnitt ebenfalls einwärts geneigt sein, jedoch nur bis zu einem solchen Grad, daß die resultierende Querschnittsverringering nicht die Größe der Schrumpfung des Formlings übersteigt, wenn dieser abkühlt. Eine derartige Verjüngung verbessert die Abkühlung des Formlings und bewirkt eine zusätzliche Unterstützung des Formlings zu der Zeit, wenn dieser noch relativ dünne einen flüssigen Kern umgebende Wände besitzt. Die verbesserte Kühlung in diesem Abschnitt und dem vorhergehenden Abschnitt kann eine erhebliche Verkürzung der gesamten Länge der Form für eine gegebene Formgeschwindigkeit ermöglichen oder alternativ eine wesentliche Erhöhung der Formgeschwindigkeit bewirken.

Die optimale Länge der verschiedenen Abschnitte wird entsprechend der Eigenschaften des zu gießenden Metalles, wie dessen Erstarrungsschrumpfung und dem Temperaturbereich, in dem die Erstarrung erfolgt, und wegen der geforderten Formgeschwindigkeit und der gewünschten Gesamtlänge der Form unterschiedlich sein. Bei einer gemäß der Erfindung hergestellten Form zum Gießen von Stahl war der Eingangsabschnitt 10,2 cm lang, der verjüngte Abschnitt 31,8 cm lang und der Ausgangsabschnitt 38,4 cm lang, was eine Gesamtlänge von 80,4 cm ergibt, die derjenigen einer

üblichen Form entspricht, die ersetzt wurde. In diesem Falle war der Ausgangsabschnitt beträchtlich länger als erforderlich, um eine Form von ausreichender Gesamtlänge zu schaffen, und hatte eine geeignete Verjüngung in dem Ausgangsabschnitt, um eine wirksame Wärmeübertragung zu erreichen. Eine Länge von etwa 10 cm wäre für diesen Abschnitt ausreichend gewesen.

Der Begrenzungsfaktor in der Reduzierung der Länge des Ausgangsabschnittes ist die Notwendigkeit einer Anpassung für einen Blindträger und eine Dichtung sowie einen Bewegungsmechanismus für den Blindträger zu schaffen, der in den Boden der Form eingeführt wird, wenn der Formvorgang beginnt, und danach wieder vom Boden der Form entfernt wird. In den meisten Fällen wird eine Entfernung von 10 bis 15 cm zu diesem Zwecke ausreichend sein. Es ist kein scharfer Übergang von dem Mittelabschnitt zum Ausgangsabschnitt erforderlich. Während diese beiden Abschnitte mit konstanten Verjüngungen ausgebildet sein können, kann in gewissen Fällen zumindest eine bessere Anpassung an die Schrumpfung des Metalles erreicht werden, in dem unterschiedliche Größen von Verjüngungen über die Länge der Abschnitte und ein gradueller Übergang zwischen den Abschnitten verwendet werden.

Es ist klar, daß die Form nicht unbedingt gerade sein muß. Es werden häufig so gekrümmte Formen verwendet, daß der Formling aus der Form in horizontaler Richtung austritt. Darüber hinaus

wird sich die Querschnittsgestalt der Form entsprechend der Gestalt des gewünschten Formlings verändern und kann beispielsweise im Querschnitt rund, quadratisch, rechteckig oder hundenknochenartig sein.

Die Erfindung wird ferner durch die nachstehend erläuterten und in der folgenden Tabelle aufgeführten Beispiele illustriert, in der die Beispiele A und B die Verwendung von üblichen im Querschnitt quadratischen unverjüngten und kontinuierlich verjüngten Formen betreffen, die 80.3 cm lang sind und einen Innenquerschnitt am Boden von 13,34 x 13.34 cm aufweisen. Die Beispiele C und D betreffen erfindungsgemäße Formen, die die gleichen Querschnittsdimensionen an ihrem Bodenende aufweisen und einen Eingangsabschnitt, einen kontinuierlich verjüngten Mittelabschnitt sowie einen Ausgangsabschnitt umfassen, deren Längen im vorherigen Abschnitt angegeben worden sind. Die Beispiele E, F und G betreffen kontinuierlich verjüngte Formen in kommerzieller Verwendung, die verschiedene Längen aufweisen, während die Beispiele H, I, J, K und L Experimentalformen mit kontinuierlicher Verjüngung sind, über die vorstehend berichtet wurde.

Tabelle

Form	Abschnitt	% Verjüngung /cm	Gesamt- umfangs- minderung pro Ab- schnitt (cm)	Grad der Ver- jüngung des Mittelabschnitts also % des line- aren Koeffiz- ienten der Erstarrungs- schrumpfung von Stahl (siehe Hinweis b)	Gesamt- umfangs- minderung der Form (cm)	% Erhöhung der der Wärmeübertragung bezogen auf Beispiel A
A		0.000			0.00	0
B		0.0072			0.30	4
C	Mittel- Ausgangs-	0.0183 0.0051	0.30 0.10	30%	0.40	11
D	Mittel- Ausgangs-	0.0366 0.01	0.60 0.20	60%	0.80	25-37
E		0.014			0.64	
F		0.0095			0.35	
G		0.0055			0.20	
H		0.0105			0.44	
I		0.0153			0.64	
J		0.0183			0.76	
K		0.016	(s. Hinw. b)		0.66	

(siehe Hinweis a)

- 12 -

2626223

- a) Diese Form funktioniert nicht, da der Formling sich nicht durch die Form hindurchbewegt.
- b) Die lineare Schrumpfung von Stahl beim Erstarren , beträgt 0.25 cm über eine Strecke von 13.34 cm, was einem linearen Koeffizienten der Erstarrung von $1,9 \times 10^{-2}$ entspricht, und eine Schrumpfung von 1 cm im Umfang bei einem Quadrat von Stahl mit den Abmessungen 13,34 cm x 13,34 cm.

Die Ausführung der Formen C und D repräsentieren eine wesentliche Verbesserung gegenüber den Formen A und B. Die Versuche wurden alle bei der gleichen Formgeschwindigkeit durchgeführt. Die verbesserte Wärmeübertragung, die durch die Formen C und D erreicht worden ist, gibt an, daß in dem vorhergehenden Falle zumindest die Formgeschwindigkeit wesentlich erhöht werden könnte, was die Produktivität verbessert. Selbst eine kleine Erhöhung der maximalen Formgeschwindigkeit kann kommerziell erheblich sein und die Erfindung ergibt die Möglichkeit einer wesentlichen Erhöhung der Formgeschwindigkeit, insbesondere da die Wärmeübertragung mit ansteigender Formgeschwindigkeit weiter erhöht wird. Im Falle der Form B war es wichtig, daß je Größe der Umfangsminderung, die im Mittelabschnitt erfolgte, die größt mögliche war, wobei die Änderungen der Operationsparameter, die bei einem angewandten Strangformverfahren unvermeidbar sind,

und die beim Beginnen des Formens auftretenden Probleme in Rechnung gestellt werden müssen. Wenn die Größe der Umfangsminderung in dem Mittelabschnitt auf 70% des Koeffizienten der Erstarrungsschrumpfung von Stahl erhöht wurde, war der Formling nicht zuverlässig durch die Form zu bewegen, was nicht annehmbar war. Am anderen Ende des Bereiches zeigte eine Umfangsminderung von weniger als 25% geringen Vorteil gegenüber einer kontinuierlich verjüngten Form. Der vorteilhafteste Bereich für die praktischen Anwendungen scheint eine Verjüngung von 30% bis 40% zu sein.

Die Minderung des Umfangs der Form im Mittelabschnitt muß nicht unbedingt durch gleichmäßige Verjüngung der linearen Querschnittsabmessung der Form erreicht werden. Eine nicht gleichmäßige Verjüngung kann in einigen Fällen als vorteilhaft gefunden werden und es kann ebenfalls vorteilhaft für die Verjüngung sein, in gewissen Bereichen der Form konzentriert zu sein, wie dies in Fig. 2 am Umfang angedeutet ist, in der bei einer quadratischen Form die Verjüngung in den Ecken konzentriert ist. Dies paßt sich enger an die natürlichen Muster der Schrumpfung eines Formlings dieser Gestalt an und reduziert die Reibung zwischen dem Formling und den Formwänden, was wiederum die Lebensdauer der Form erhöht sowie eine gleichmäßigere Wärmeübertragung zwischen dem Formling und der Form bringt. Bei einer typischen Ausführung der in Fig. 2 darge-

stellten Form ist der Eingangsabschnitt der Form im Querschnitt quadratisch mit leicht gerundeten Ecken und die gesamten Wände 8 der Form haben eine leichte gleichmäßige Einwärtsverjüngung vom Oberteil zum Boden hin außer neben den Ecken in der Mittelzone und der Ausgangszone. In der Mittelzone weist die Form kleine Schrägflächen 10 von progressiv zunehmender Breite auf, die neben den Ecken ausgebildet sind und leicht einwärts relativ zu den übrigen Wänden geneigt verlaufen, so daß die Winkel der Formecken leicht stumpf werden. In der Ausgangszone 6 erfolgt keine weitere Erweiterung der Schrägflächen und die Gesamtverjüngung der Form ist so gewählt, daß die gewünschte Verjüngung in dem Ausgangsabschnitt erreicht wird. Bei einem typischen Ausführungsbeispiel einer solchen Form, die einen nominalen Querschnitt von 13,6 cm im Quadrat hat, ist der Eingangsabschnitt 15,2 cm lang, der Mittelabschnitt ist 26,6 cm lang und der Ausgangsabschnitt erstreckt sich über 38,6 cm, um eine Gesamtlänge von 80,4 cm zu ergeben, um an eine vorhandene Strangpreßformeinrichtung zu passen. Die gesamte Verjüngung der Form ist 0.025 cm über die Länge der Form und die Breite jeder Schrägfläche 10 in dem Mittelabschnitt verbreitert sich von 0 auf 2,5 cm, wobei der Winkel zwischen den Schrägflächen an jeder Ecke $91^{\circ} 44'$ beträgt. Dies resultiert in einer Minderung des Innenumfangs der Form von 0.3 cm über die Länge dieses Abschnittes der Form Dank der Schrägflächen und weiterer

0.033cm Dank der Gesamtformverjüngung, was ein Gesamt von 0.33 cm ergibt, verglichen mit der Umfangsschrumpfung (über die gleichen Dimensionen) von Stahl bei dessen Abkühlung von 1 cm. Der Grad der Umfangsminderung des Mittelabschnittes ist daher 33% des linearen Koeffizienten der Erstarrungsschrumpfung von Stahl.

Die Gestaltung der vorbeschriebenen Form resultiert darin, daß die Seiten der Form im Mittelabschnitt leicht und zunehmend konvex werden, was den Vorteil (zunehmende konvexe Form) der Herabsetzung der Reibung und Verbesserung der gleichmäßigen Wärmeübertragung ergibt. Es ist daher klar, daß geänderte Formgestaltungen, die die erforderliche Umfangsminderung vorsehen, obwohl die Konvexität der Formwände erhöht ist, ebenfalls verwendet werden können. Es ist möglich, eine Form zu verwenden, in der die Wände am Eingang konkav sind, wobei der effektive Anstieg der Konvexität durch Verringerung oder Eliminierung der Konkavität der Wände im Mittelabschnitt erreicht wird. Die erforderliche Wirkung kann durch Konzentration der Verjüngung des inneren Querschnittes neben den Ecken der Form erreicht werden.

Ein Vorteil der in Fig. 2 dargestellten und vorbeschriebenen Ausführungsform ergibt sich aus der kontinuierlichen Verjüngung der Seiten. Dies erleichtert die Herstellung der Form nach dem bereits erwähnten und in der US-PS 3 927 546 beschriebenen

Verfahren, weil die Verjüngung, die der zur Herstellung der Form benutzte Dorn aufweist, das Aufbringen einer zu formenden Kupferhülse auf den Dorn vereinfacht, während gleichzeitig eine gewünschte Verjüngung des Eingangs- und des Ausgangsabschnittes der Form erreicht wird.

Darüber hinaus kann der Dorn selbst leicht hergestellt werden, um jede gewünschte Verjüngung in dem Mittelabschnitt vorzusehen, indem ein gleichmäßig verjüngter Dorn hergestellt und Facetten bzw. Schrägflächen neben den Ecken unter Verwendung eines Fräasers hergestellt werden, der darüber hinaus auch zum Runden der Ecken des Dorns benutzt werden kann, indem dieser längs der Ecken bewegt wird, um die gewünschte Reduktion des Querschnittes des Dorns und damit auch der Form zu erhalten.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Stranggießen von Metall, bei dem dieses durch eine gekühlte rohrförmige Kupferform geführt wird, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß Metall sukzessiv in einen Meniskus von geschmolzenem Metall geformt wird, indem es einen Eingangsabschnitt der Form passiert, dann in eine erstarrte Hülle von ausreichender Starrheit, um den ferrostatistischen Druck des noch geschmolzenen Metalles in der Hülle zu widerstehen, eintritt, während es der Wirkung eines Mittelabschnittes der Form ausgesetzt ist, der einen inneren Querschnitt hat, der sich über die Länge dieses Abschnittes zwischen 25% und 60% des linearen Koeffizienten der Erstarrungsschrumpfung des gegossenen Metalles verjüngt, und das dann beim Durchgang durch einen Ausgangsabschnitt weitergekühlt wird, der eine Querschnittsverjüngung in der Größenordnung aufweist, die die Größe der Umfangsschrumpfung der Hülle bei deren Durchgang durch den Ausgangsabschnitt nicht übersteigt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der innere Querschnitt des Mittelabschnittes über die Länge des Abschnittes zwischen 30% und 40% des linearen Koeffizienten der Erstarrungsschrumpfung des gegossenen Metalles verjüngt ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der Querschnitt der Form Ecken aufweist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Verjüngung des Querschnittes des Mittelabschnittes auf die Bereiche neben den Ecken konzentriert ist.
4. Verjüngte rohrförmige Kupferform zum Stranggießen von Metall, g e k e n n z e i c h n e t d u r c h einen Eingangsabschnitt (2), in dem ein das obere Niveau des in die Form eingegossenen Metalles bildender Meniskus entsteht, einen sich vom Eingangsabschnitt abwärts erstreckenden Mittelabschnitt (4) mit sich verringerndem inneren Querschnitt, wobei die Gesamtverringering des Querschnittes zwischen 25% und 60% des linearen Koeffizienten der Erstarrungsschrumpfung des gegossenen Metalles ist und wobei die Länge des Mittelabschnittes (4) so bemessen ist, daß sich bei der beabsichtigten Formgeschwindigkeit eine Hülle aus dem gegossenen Metall von einer Starrheit bilden kann, die ausreicht, um dem ferrostatistischen Druck des im Formling noch enthaltenen geschmolzenen Metalles zu widerstehen, und durch einen unterhalb des Mittelabschnittes (4) angeordneten Ausgangsabschnitts (6), dessen Querschnitt sich um einen Betrag verringert, der die Größe der Umfangsschrumpfung der Hülle bei deren Durchgang

durch diesen Formabschnitt nicht übersteigt.

5. Form nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Gesamtverringerung des inneren Querschnittes des Mittelabschnittes (4) zwischen 30% und 40% des linearen Koeffizienten der Erstarrungsschrumpfung des gegossenen Metalles liegt.
6. Form nach einem der Ansprüche 4 oder 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Mittelabschnitt (4) gleichmäßig verjüngt ist.
7. Form nach einem der Ansprüche 4 oder 5, die einen eckigen Querschnitt besitzt, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Verringerung des inneren Durchmessers des Mittelabschnittes (4) auf die den Ecken benachbarten Bereiche (10) konzentriert ist.
8. Form nach Anspruch 7, bei der die Formwände vom oberen Ende zum Boden hin eine gleichmäßige Innenverjüngung aufweisen, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Formwände in der Mittelzone Schrägflächen (10) aufweisen, die von den benachbarten Ecken aus eine progressiv zunehmende Breite besitzen und relativ zu

den übrigen Wänden einwärts geneigt sind, so daß die Winkel der Ecken vergrößert sind.

9. Form nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schrägflächen (10) durch den Ausgangsabschnitt ohne zusätzliche Verbreiterung fortgesetzt sind.

22
Leerseite

-23-

FIG. 1

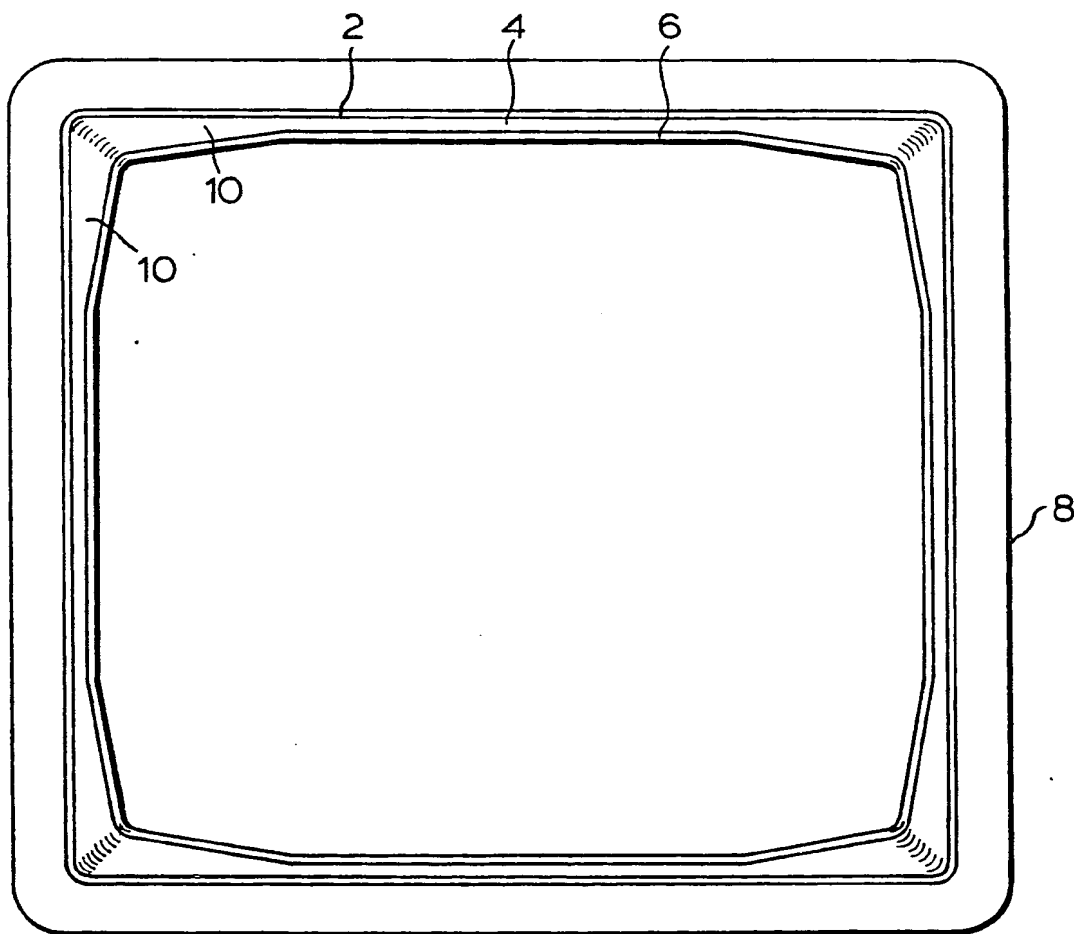
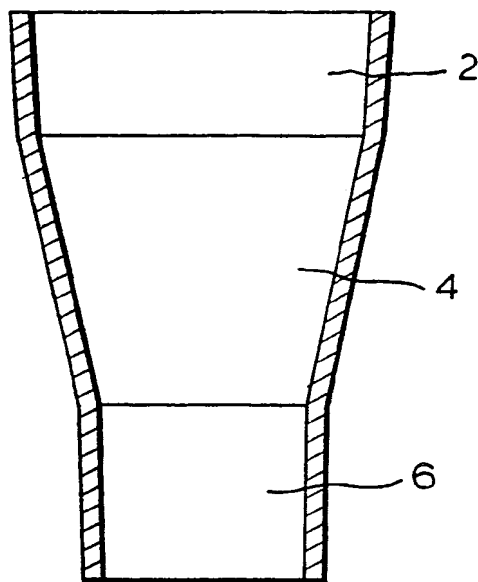


FIG. 2

609853/0734

B22D

11-04

AT:11.06.1976

OT:30.12.1976

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)